

dévale de 200 m. en 8 km., et là il faut parcourir 76 km., depuis Brig, pour une dénivellation du même ordre. Les conséquences humaines de cette morphologie ne sont pas négligeables. Notons seulement que le gradin d'amont, l'obstacle qu'il constituait sur le tracé de l'ancienne route de la rive gauche, de la route menant par la Furka, le Nufenen et le Griesspass vers la Suisse centrale, le Tessin et le Val d'Antigorio, n'est sans doute pas étranger à la vocation administrative du vieux bourg d'Ernen, si typique avec ses maisons multisentennaires, sa place, ses fresques où figure la plus ancienne image murale de Guillaume Tell, et le souvenir, partout présent, du cardinal Mathieu Schiner.

LES DEPOTS QUATERNAIRES DE LA VALLEE DU RHONE ENTRE ST-MAURICE ET LE LEMAN

par Marcel Bürri

INTRODUCTION

C'est à la demande du Dr I. MARIETAN et sur les conseils du Professeur H. BADOUX que cette petite étude de sédiments quaternaires de la vallée du Rhône a été entreprise au printemps 1961. Il y a longtemps que cette révision me tentait, mais il est difficile de se mettre au travail sans obligation. Le Dr MARIETAN m'a fourni cette obligation et je l'en remercie. Comme lors de tout travail de synthèse, il a été nécessaire d'aller sur le terrain, contrôler certains points douteux. Dans ce travail, j'ai été aidé par les conseils du professeur H. BADOUX, qui connaît admirablement cette région où il travaille depuis plus de 10 ans.

Les futures autoroutes suisses sont d'un grand intérêt pour les géologues. Avant même leur construction, d'importants travaux de recherches ont été entrepris. M. GODEL, de Lausanne, s'est occupé de ces recherches dans la vallée du Rhône. Les renseignements qu'il m'a fournis, dont sa carte basée sur l'interprétation des photos aériennes, m'ont été extrêmement utiles. Il est certain que lors des grands travaux, de nouveaux faits viendront s'ajouter à ceux que nous connaissons, modifiant ainsi les conceptions actuelles, et les précisant.

La région dont il sera question dans cet article comprend la plaine alluviale du Rhône et les versants de la vallée mais uniquement dans

leur partie basse. Une étude plus complète serait à faire de toutes les vallées latérales, mais le temps nous a fait défaut. D'ailleurs une étude complète nécessiterait la collaboration de nombreux spécialistes : paléobotanistes pour la détermination des pollens fossiles, physiciens pour la datation absolue des restes organiques par la méthode du radio-carbone, préhistoriens, etc... Ceci n'est qu'une contribution purement géologique qui n'a pas la prétention de résoudre tous les problèmes.

HISTORIQUE

Depuis I. VENETZ (voir sa bibliographie de I. MARIETAN 1959) tout le monde sait que les glaciers alpins ont eu, dans un passé déjà lointain, une très grande extension. Un siècle de recherches ont permis de reconnaître plusieurs avancées des glaciers suivies de retraits importants. On n'a pas pu cependant en préciser le nombre exact : c'est un problème extrêmement difficile à résoudre et il est probable que de nombreuses années seront encore nécessaires avant d'entrevoir sa solution.

Nos Alpes se prêtent très mal à ce genre d'étude : sur leurs pentes raides, l'érosion est rapide et les traces laissées par les glaciers, vite effacées. En 1909, deux auteurs autrichiens, A. PENCK et P. BRUCKNER, admettaient quatre glaciations successives. Seule la dernière de ces glaciations, dite de Würm, retiendra ici notre attention. Et encore n'en considérerons nous que la dernière partie durant laquelle le glacier fond, abandonne le Plateau molassique et se retire dans les Alpes.

Un glacier en retrait continue à s'écouler : son front seul recule, l'ablation étant plus forte que l'accumulation. C'est un phénomène connu de tous ceux qui fréquentent la montagne, les glaciers actuels étant en période de retrait. Le recul du front du glacier ne se fait pas régulièrement : il peut demeurer stationnaire pendant plusieurs années, ou même réavancer temporairement. Ces stades, comme on les appelle, se marquent souvent par des cordons morainiques quelques fois bien conservés. Tout cela, I. VENETZ le connaissait déjà. A. PENCK et E. BRUCKNER (1909) établirent une première succession des divers stades de retrait, valable pour toute la chaîne alpine :

- stade de Bühl pendant lequel les vallées principales étaient encore occupées par les glaces ;
- stade de Gschnitz où les fronts des glaciers se situent déjà bien à l'intérieur des vallées ;
- stade de Daun enfin, où ils sont tout à l'amont des vallées.

- Depuis lors d'autres auteurs autrichiens ont multiplié ces stades :
- stade de Schlern (R. KLEBESBERG 1927 qui se place avant le stade de Gschnitz ;
 - stade d'Eggessen (H. KINZL 1929) qui se place après le stade de Daun ;
 - stade de Larstig (H. HEUBERGER 1954) de peu antérieur à la **ré-avancée** historique des glaciers au XVII^e siècle dite également stade de Fernau.

Quelle est la valeur de tous ces stades ? S'agit-il de simples stationnements du glacier, ou de réavancées plus importantes ? C'est en dehors du domaine alpin, grâce aux études des auteurs nordiques, qu'il devint possible d'entrevoir une solution. Les tourbières des plaines d'Allemagne, du Danemark, de la Pologne, de l'URSS, ont conservé les pollens des forêts d'alors. L'étude du contenu pollinique des tourbes permet de préciser l'évolution du peuplement végétal, et, par conséquent, les fluctuations climatiques. Cette méthode, couplée avec le datage des sédiments organiques par le radiocarbonate a permis l'établissement d'une stratigraphie détaillée :

- en 11 000 av. J.-Ch., le glacier est en retrait ; la fonte dure jusqu'en 10 350 ; une steppe herbeuse avec des bouleaux, des saules et quelques pins occupe le Danemark. (interstade de Bölling) ;
- puis le glacier avance de nouveau quelque peu, les arbres disparaissent du Danemark ;
- en 9 800 le glacier se retire à nouveau, et pour 1 000 ans, les conditions sont assez clémentes au Danemark où une forêt de pins et de bouleaux prend pied. C'est l'important interstade de Alleröd que plusieurs auteurs ont retrouvé dans le centre de l'Allemagne et en Suisse.
- le glacier réavance une dernière fois entre 8 900 et 8 300 : il dépose de magnifiques moraines frontales du sud de la Finlande ; la forêt disparaît du Danemark, à nouveau occupé par la steppe.
- dans la suite des analyses polliniques montrent un climat qui va se réchauffant régulièrement. (MADSEN, MILTHERS, JESSEN, etc. 1928).

Il est intéressant de noter que les auteurs américains ont trouvé la même succession de phénomènes et aux mêmes époques. Il s'agit donc de phénomènes climatiques de grande envergure. Les glaciers alpins, sans doute, ont subi des variations identiques. La chose est déjà connue pour certaines régions de la vallée du Rhône.

Lors de leur travail de cartographie, les géologues distinguent, dans nos régions, deux moraines : les moraines rhodaniennes et les moraines locales. La chose est un peu regrettable, car une moraine locale dans la vallée de Bagnes, par exemple, sera rhodanienne dans la région de St-Maurice. Où mettre la limite ? On constate cependant que, en de nombreux endroits, la moraine locale repose sur la moraine rhodanienne, et ceci jusqu'à l'altitude de la vallée du Rhône dans les cas les plus favorables.

Ce phénomène était connu depuis fort longtemps. J. DE CHARPENTIER (1841) et I. VENETZ (1843) signalent certaines moraines jurassiennes dans cette position. Cette récurrence des glaciers locaux a été interprétée comme une avancée tardiglaciaire : empêchés dans leur extension par le glacier du Rhône, les glaciers locaux auraient profité de son retrait pour occuper le pays alors libre de glace. Ce point de vue était encore admis par E. GAGNEBIN (1937) : il pensait que les glaciers locaux, dont les langues glaciaires étaient proches de leurs bassins d'alimentation, pouvaient progresser alors que le glacier du Rhône, trop éloigné de son bassin, était en régression.

Cependant en 1936 déjà O. AMPFERER admettait, pour les Alpes autrichiennes, une toute autre explication. Selon lui, la fusion d'un glacier provient d'un réchauffement général qui a pour conséquence de faire remonter la limite des neiges dites éternelles. Lors de ce réchauffement, les glaciers locaux, dont les bassins d'alimentation sont situés à une altitude relativement basse, sont les premiers touchés et ils disparaissent bien avant le glacier principal. Si des moraines locales reposent sur les moraines du glacier principal, c'est qu'il y eut une ré-avancée des glaciers locaux trop rapide pour permettre au glacier de la vallée principale de descendre loin vers l'aval. Il appela cette récurrence « die Schlussvereisung ». Elle a été retrouvée en plusieurs endroits des Alpes (R. STAUB 1938).

C'est dans cette optique que nous avons analysé les moraines locales de la vallée du Rhône en aval de St-Maurice. Ceci nous a amenés à reprendre l'étude de deux régions : les collines de Chessel-Noville et les collines de Chiètres.

LES COLLINES DE CHELSEL - NOVILLE

La plaine du Rhône, dans un triangle limité par la Porte du Scex, Rennaz et la région des Grangettes sur le bord du Léman, n'est pas une surface plane. Il y a là de nombreuses collines, les unes très douces et

vastes, comme celle du Chambon en face de Rennaz, les autres plus petites et aux versants raides, comme celles du Crébelley, les unes atteignant à peine un mètre, les autres de plusieurs mètres. Elles ont déjà fait couler pas mal d'encre.

Sans vouloir faire l'historique complet de cette question, rappelons simplement que cette région de collines fut tout d'abord considérée comme les moraines frontales d'un stade du glacier du Rhône (I. VERNETZ 1841, A. PENCK et E. BRUCKNER 1909), puis comme les restes de l'éboulement historique de Taurentunum (H. SCHARDT 1908, F. MONTANDON 1937). E. GAGNEBIN (1938) observe que les graviers rhodaniens montrent des stratifications obliques et pense que l'on a affaire à du matériel fluvioglaciaire. Il prétend d'ailleurs trouver la moraine de fond dans les tranchées fraîches des canaux de drainage. Quant aux collines elles-mêmes, il les attribue à un glacier local. A. BERSIER (1953), reprennant cette étude, montre que de nombreuses collines exploitées ont un cœur de gravier et de sable entouré d'une enveloppe morainique. Dans le cœur des collines, les sables sont fréquemment plissés. Il attribue ces plissements à la poussée du petit glacier local qui dépose sa moraine sur les collines. Il s'agit donc d'un phénomène de glacitectonique.

Notre connaissance de cette région a progressé sans cesse. A l'exception des tenants de l'éboulement, tous ces auteurs ont en partie raison : je crois qu'il s'agit bien d'un glacier local qui plisse des graviers fluvioglaciaires permettant de localiser une moraine frontale d'un stade de retrait du glacier du Rhône. Reprenons la description systématique des différentes formations (fig. 1).

1) Les graviers rhodaniens

Il s'agit en fait de graviers et de sables. Il est rare qu'ils soient à l'affleurement, toute la région étant cultivée. On ne les voit guère que dans le cœur des collines exploitées et en voie de disparition. Ailleurs, des galets rhodaniens jonchent le sol des champs.

Ces graviers forment une bande arquée, large de 1 km. affleurant de Noville jusqu'à 300 m. de Chessel. Entre Noville et Chessel, de nombreuses petites collines ne montrent pratiquement pas de couverture morainique locale. Les couches de sable qui les constituent sont plissées et parfois redressées jusqu'à la verticale. Il ne peut donc s'agir de dépôts inclinés. C'est dans la région du Crébelley que le relief est le plus accidenté ; dans toutes les directions, il va en s'adoucisant. La plupart de ces collines atteignent et dépassent 380 m. d'altitude.

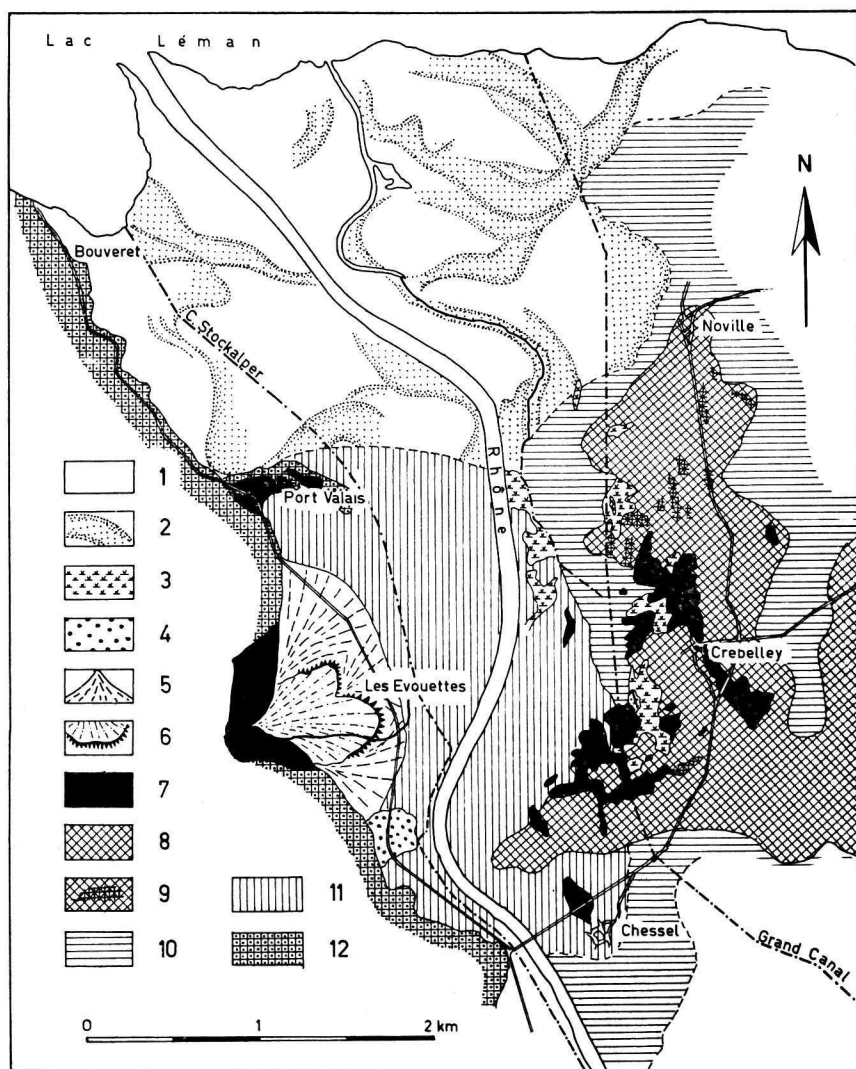


Fig. 1. - Carte géologique de la plaine du Rhône dans sa partie inférieure.

1. alluvions rhodaniennes - 2. anciens lits du Rhône - 3. marais tourbeux - 4. éboulement - 5. cônes d'alluvions - 6. terrasse de 405 m. - 7. moraines locales du glacier de la Dérochiaz - 8. fluvio-glaciaire rhodanien - 9. colline de fluvio-glaciaire - 10. fluvio-glaciaire sous faible couverture alluviale - 11. moraine locale sous faible couverture alluviale - 12. versants de la vallée (roche en place et éboulis).

Il est probable que les mêmes sédiments existent sous la colline du Chambon qui est totalement dépourvue d'affleurements. De petits forages exécutés pour l'autoroute ont montré du matériel roulé d'origine rhodanienne. Entre la colline de Chambon et les reliefs de Crébelley, il y a une petite dépression à 376 m., dépression qui se ferme vers le Sud où une espèce de seuil relie les deux régions élevées, sans descendre en dessous de 379 m.

Quelle est l'origine de ce matériel ? Ou bien il s'agit de matériel fluviatil, ou bien de matériel fluvioglaciaire. Nous penchons pour la deuxième solution pour les raisons suivantes : ce matériel porte les moraines d'une récurrence locale laquelle est datée 8 500 environ (date de la dernière réavancée importante). Or le glacier était en décrue depuis deux à trois mille ans. Il faudrait donc supposer, dans le cas de matériel fluviatil, que le Rhône avait comblé sa vallée d'alluvions jusqu'à Noville durant ces deux ou trois mille années. Et de 8 500 à nos jours, soit pendant plus de 10 000 ans, il n'aurait remblayé que de Noville à la berge actuelle. On voit d'emblée que la chose est difficilement concevable.

Supposons maintenant que le matériel soit fluvioglaciaire. Tout s'explique aisément : au moment où le glacier du Rhône se retire, il abandonne une moraine remaniée. Elle est sous lacustre, puisque le niveau du lac est de 405 m. environ (act. : 372 m.). En amont de cette moraine existe un grand lac en voie de comblement. Lors de la récurrence, le glacier des Evouettes abandonne ses moraines sur l'ancienne moraine rhodanienne. Le lac est toujours en voie de comblement et les alluvions du Rhône viennent petit à petit noyer ces moraines. Le comblement peut durer ainsi environ 10 000 ans, ce qui est parfaitement possible.

Sur la base de cette hypothèse, nous avons étudié en plusieurs points l'émousé des galets des graviers, suivant la méthode très pratique mise au point par A. JAYET (1957) (fig. 2) : les galets sont répartis en 5 catégories allant de ceux pourvus d'angles vifs à ceux qui sont parfaitement arrondis. Dans un graphique sont portés en abscisses les divers catégories et en ordonnées le % de chaque catégorie.

Sur notre graphique, trois courbes figurent :

- une courbe en trait plein : graviers du Crébelley ;
- une courbe en tirets : moraine rhodanienne de Chiètres
- une courbe trépillée : alluvions actuelles du Rhône.

La moraine de Chiètres et les graviers du Crébelley montrent une prédominance très nette des galets du groupe III alors que les alluvions

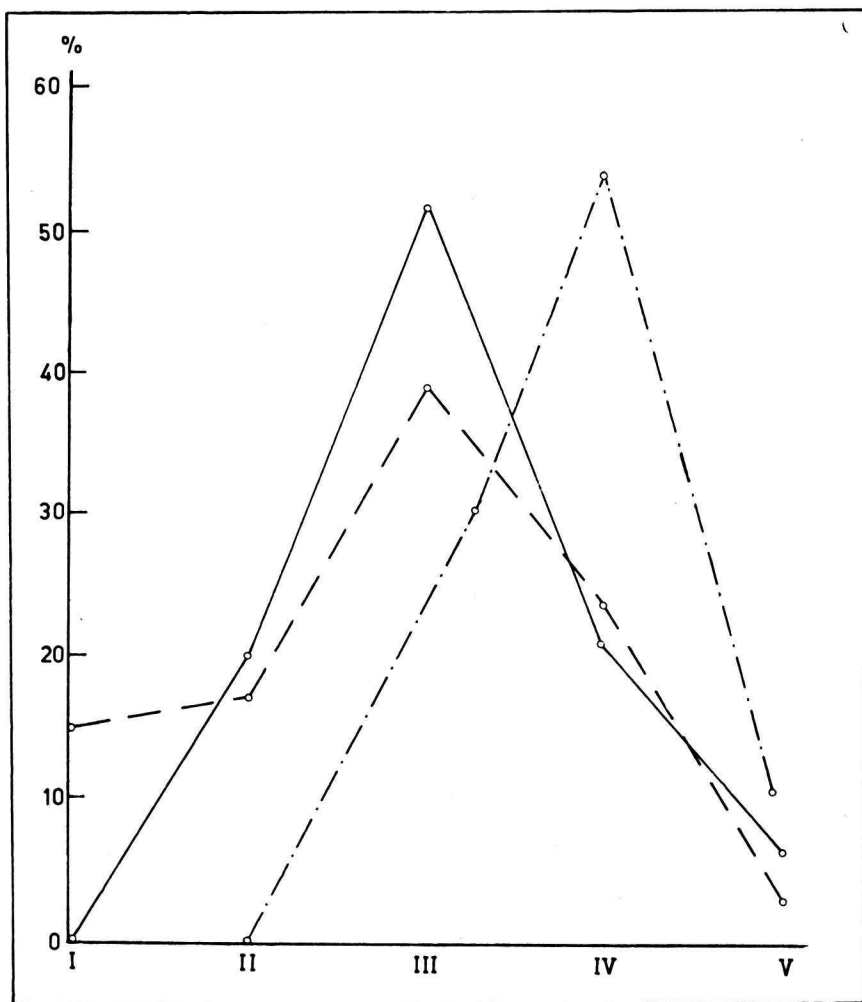


Fig. 2. - Courbes de fréquence des galets plus ou moins arrondis.

— Gravieres fluvio-glaciaires du Crebilly.

--- Moraines rhodaniennes de Chiètres.

- . - . Alluvions actuelles du Rhône.

actuelles montrent davantage de galets du groupe IV. A. JAYET (1957) était arrivé à un résultat analogue pour la région de Genève à partir d'un très grand nombre de mesures.

Il est impossible de distinguer sur le terrain les sédiments fluvio-glaciaires des sédiments purement fluviatils. Nous avons cependant dessiné sur la carte ce matériel fluvioglaciaire noyé sous l'alluvion, par exemple au Nord de Noville. Cette région montre encore une certaine topographie. Les labours ramènent en surface des blocs d'origine locale qui ont dû se déposer sur le fluvioglaciaire. Une fouille d'égout, 100 m. à l'W de Noville montrait, sous une épaisseur de 1 m. de sables fins, un pavage de blocs locaux. Il y a donc de bonnes raisons de supposer que dans toute la région figurée en hachures horizontales, le fluvio-glaciaire est presque à l'affleurement.

2) Les sédiments lémaniques

Le Léman n'a pas toujours eu son niveau actuel. Tous les auteurs s'accordent à reconnaître deux anciens niveaux, le plus récent à trois mètres au-dessus du niveau actuel, le plus ancien à 10 m. Certains auteurs admettent encore une terrasse de 30 m. (E. GAGNEBIN 1937, E. PAREJAS 1938, etc.) alors que d'autres mettent en doute l'existence d'une telle formation (A. JAYET 1953).

Dans la vallée du Rhône, il existe des traces d'un stationnement du lac à la cote 405 m. environ. Des cônes d'alluvions sont interrompus à cette altitude, des bords d'érosion y sont visibles.

Au printemps 1961, une tranchée fut ouverte à l'W de Port-Valais, pour couper un assez mauvais virage de la route cantonale. La carte au 10 000^e indique une altitude de 389 m. : nous sommes donc 17 m. au-dessus du Léman. La coupe est la suivante, de bas en haut (fig. 3) :

1. Roche en place, Couches rouges du Paléocène déjà recouvertes par la nouvelle route.
2. Sables éboulés qui cachent la base de la coupe où il existe probablement de la moraine rhodanienne : le bulldozer a ramené des fragments de micaschistes et de gneiss.
3. Sables fins et limons à forte teneur en argile, 1.20 m. Dès la base visible de la couche, les Mollusques sont abondants. La stratification est indistincte.
4. Craies lacustres, 20 cm. riches en Mollusques.
5. Limons et argiles mal stratifiées, 70 cm.
6. Complexe de limons, argiles et craies lacustres totalisant 40 cm.
7. Limons gris jaune, 40 cm.

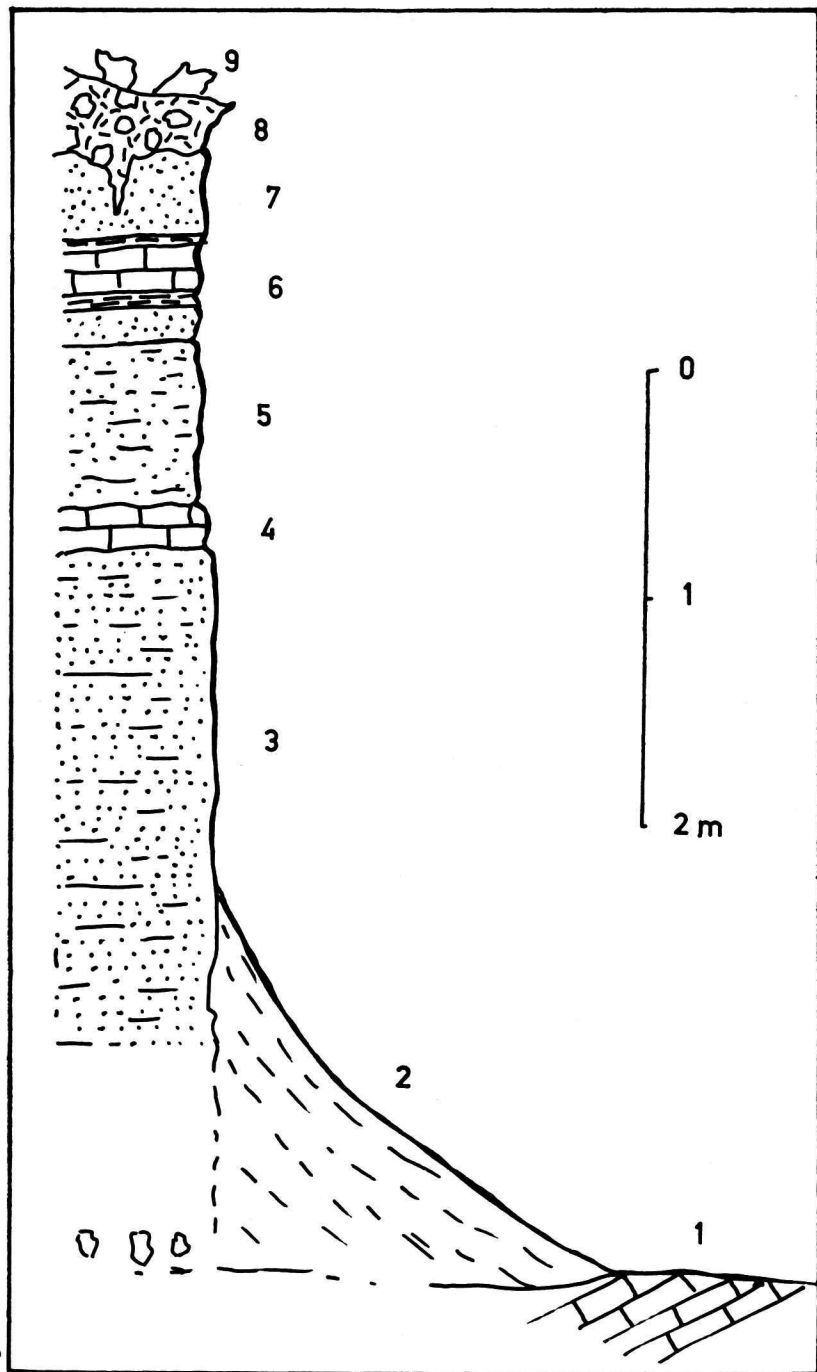


Fig. 3. - Coupe stratigraphique de l'affleurement de Port-Valais.

8. Moraine locale.

9. Blocs de Malm, éboulés de la paroi qui domine l'affleurement.

La faune contenue dans ces sédiments comprend les espèces suivantes :

Bithynia tentaculata (L.) : 40 individus.

Valvata piscinalis (MULL.) : 101 individus répartis comme suit :

- 2 formes basses (larg. 6 mm., haut. 4,5 mm.) à ombilic grand ;
- 5 formes hautes (larg. 6 mm., haut. 6 mm.) à ombilic grand ;
- 4 formes hautes (larg. 6 mm. haut. 6 mm.) sans ombilic ;
- 25 formes intermédiaires ;
- 65 petites formes.

Il semble donc qu'il s'agisse d'une population « alpestris » à variabilité relativement faible (J. FAVRE 1927, 1935).

Pisidium casertanum (POLI) : 4 individus ;

Pisidium hibernicum (WESTERL.) : 1 individu ;

Pisidium sp. ind. : 1 individu ;

Planorbis carinatus (MULL.) : 1 individu.

Ajoutons que l'affleurement se trouve sur le sommet d'un petit seuil, accolé à la pente de la montagne et que sa situation géographique exclut la possibilité d'un petit lac local. Il s'agit certainement du Léman ; d'ailleurs l'abondance de paillettes de mica dans les limons montre que le matériel du sédiment est rhodanien et on imagine difficilement le Rhône alimentant un petit lac local dans cette position. La carte indique donc 389 m., probablement au niveau de la route. Le haut de l'affleurement doit atteindre 392 m., soit 20 m. au-dessus du niveau du lac. Nous nous trouvons devant deux possibilités :

- ou bien ces sédiments se rattachent à l'époque où le lac stationnait à 405 m. (terrasse de 30 m.) ;
- ou bien ils appartiennent à la terrasse de 10 m. et auraient été soulevés de 10 m. par réajustement isostatique postglaciaire, ou par déplacement du glacier de la Dérochiaz.

Nous penchons pour la première hypothèse. Le niveau de 405 m. semble se trouver en plusieurs points de la vallée du Rhône en aval de St-Maurice. Dans le cas d'une surrexion isostatique il faudrait s'attendre à trouver des traces plus élevées vers l'amont, ce qui n'est pas signalé jusqu'à maintenant. Par ailleurs cette faune est très pauvre, bien plus pauvre que les faunes les plus anciennes de la terrasse de 10 m. (JAYET dans J. ; FAVRE 1935 ; VERNET 1956). La question reste cependant ouverte.

3) *Les moraines locales*

Les sédiments morainiques du toit de cette coupe ont été analysés très en détail, quant à leur provenance, par H. BADOUX. Personne n'était plus qualifié que lui pour le faire : il vient de cartographier toute cette région (H. BADOUX 1960) et il en connaît toutes les possibilités. Il a trouvé des blocs issus des formations suivantes : Trias, Rhétien, Hettangien F dolomitique, Sinémurien (très abondant), Lias spathique, Dogger intermédiaire, Séquanien, Malm supérieur, et Couches Rouges du Crétacé. Son diagnostic est catégorique : ce matériel provient de la région du Gramont et du vallon de la Dérochiaz. Il est à remarquer que le poids de la glace a fortement dérangé les couches de limons lacustres sous-jacents, on y observe de nombreuses fissures, un pli déversé vers l'aval, de 1 m. d'envergure, et des fentes remplies de moraines. On trouve là des phénomènes de glacitectonique tout comme dans les sables des collines voisines du Crébelley.

La moraine locale détermine certaines des collines du Crébelley. Il arrive que son matériel ait été exploité pour du ballast. Les coupes montrent alors des collines entièrement faites de moraine. Son épaisseur doit localement être assez grande : le Grand Canal, un peu en aval de la Route Cantonale, traverse la moraine locale, sur plus de 5 m.

Le matériel qui constitue ces moraines est le même que celui des moraines de Port-Valais. Cependant, partout, le Lias spathique et le Sinémurien dominant nettement. Tant dans la région de Crébelley qu'au voisinage du Grand Canal, de magnifiques vallums morainiques soulignent des stades de retrait du glacier. Un coup d'œil sur la carte les fait mieux ressortir qu'une longue description.

Près de Chessel, la moraine disparaît sous les alluvions du Rhône. Des fouilles pour une villa montraient, ce printemps, sous quelques centimètres de sable, des blocs morainiques dont l'un dépassait un mètre cube. La plaine qui s'étend entre la zone des collines et les Evouettes semble avoir la même origine. Il s'agit d'une zone très plane, humide, comprenant de nombreuses tourbières. Les arbres de la forêt sise entre le Grand Canal et le Rhône pourrissent fréquemment sur pied. Une moraine de fond recouverte d'un peu d'alluvions rhodaniennes expliquerait bien cette imperméabilité.

Au-delà de l'arc morainique assez bien visible Port-Valais-Crébelley-Chessel, de nombreux blocs de moraine locale jonchent la surface des champs. Si la plupart ne dépassent pas quelques décimètres cubes, il en est certains qui sont bien plus volumineux. Ces blocs erratiques ne

sont jamais inclus dans une matrice morainique. Il est probable qu'ils ont été transportés à partir du glacier par des icebergs flottant sur le lac de 405 m., et abandonnés un peu partout sur le fond de fluvioglaciaire. Notre pays ne devait pas manquer de cachet !

4) *Le cône des Evouettes*

La structure du cône des Evouettes peut prêter à discussion. Il comporte nettement deux formations emboîtées l'une dans l'autre. La formation supérieure se limite, vers l'aval, par une pente assez brusque à 405 m. Cette rupture de pente correspond certainement au niveau du lac. E. GAGNEBIN (1938) et H. BADOUX (communication orale) considèrent cette formation comme morainique. Il est de fait que sa surface supérieure n'est pas régulière comme celle d'un cône d'alluvions normal. La rupture de pente de 405 m. correspondrait dans ce cas à une limite d'érosion du lac. Par comparaison avec d'autres cônes de la même région, je verrais facilement dans cette formation un cône, peut-être fluvioglaciaire, construit lors de la décrue du petit glacier. Alors stationnaire dans le vallon de la Dérochiaz, il y abandonne des arcs morainiques bien visibles. La rupture de pente de 405 m. correspondrait alors à une limite d'accumulation du cône. Le même phénomène a été décrit par A. JEANNET (1916) pour le cône de la Tinnièrè au dessus de Villeneuve.

Dans les deux cas, les conclusions sont les mêmes : le lac de 405 m. s'est maintenu après la récurrence des glaciers locaux.

5) *Les alluvions rhodaniennes*

Il ne reste que très peu de traces du stationnement du lac à 482 m. E. GAGNEBIN (1938) admettait que les sables qui gisent au pied des collines du Crébellely étaient contemporains de cette époque. La chose est possible, mais, comme ces sables sont indiscernables des sables fluvioglaciaires qui sont dessous, difficile à démontrer. Après avoir parcouru la région en long et en large, je retire l'impression que tout ce qui est au-dessous de 377 m. est plus ou moins recouvert d'alluvions rhodaniennes. Mais ce n'est qu'une impression.

F. MONTANDON (1937) donne une description très détaillée d'une gravière, description d'autant plus précieuse que, dans cette région, les affleurements sont rares et fugaces. Or il signale, sur du matériel local, par lui interprété comme éboulement, des sables et limons rhodaniens. Ils sont déposés alors que le lac était plus haut que maintenant.

Entre Crébelley et la colline du Chambon s'étend une étroite et longue dépression, orientée N.-S. Le Rhône a probablement passé par là. Mais quand ? Peut-être à l'époque de la terrasse de 30 m., alors que le glacier barrait la partie gauche de la vallée. Nous aurions alors affaire à la trace d'un cours sous-lacustre. Peut-être plus tard, lors de la terrasse de 10 m., ou plus récemment encore. La carte par photo aérienne de M. GODEL indique, au débouché de cette dépression dans la plaine, deux anciens méandres qui ne sont probablement pas très vieux. Des sondages apporteront peut-être la lumière sur cette question.

Il n'y a pas lieu de faire une longue description de la plaine alluviale entre Port-Valais et le Léman. Sa surface est parfaitement plane. Les anciens cours du Rhône y sont le plus souvent encore bien visibles : il n'y a guère qu'un siècle que le Rhône a été endigué. Le méandre qui vient butter contre la colline de Port-Valais est probablement plus ancien : il n'est visible que sur les photos aériennes. Le Vieux Rhône, au contraire, est encore en partie navigable. Les marais qui existent dans cette partie de la plaine sont très différents de ceux qui sont installés sur la moraine. Ils ne sont pas tourbeux, étant pour la plupart au stade de la roselière.

De nombreuses gravières sont ouvertes dans ces alluvions. Les observations y sont impossibles : le niveau de la nappe phréatique est situé à moins de 1 m. sous la surface de la plaine et toutes les excavations sont noyées.

LES COLLINES DE CHIÈTRES

Les collines de Chiètres constituent la partie droite du verrou glaciaire de St-Maurice. Elles sont donc taillées dans la roche en place, ici l'Autochtone. La série stratigraphique de cet Autochtone montre ici les assises de calcaires massifs du Crétacé surmontées des schistes et grès du Flysch. Tout au Nord, sous la Tour de Douin, existe un petit lambeau d'Ultraschelvétique (J. GABUS 1958).

La surface de ces collines présente une succession de crêtes et de petits bassins fermés assez difficile à comprendre. Aucun vallum morainique ne se dessine nettement. Le matériel de ces collines se compose presque uniquement de Flysch, mais on ne voit jamais ce Flysch « en place ». M. LUGEON et E. GAGNEBIN (1937) publièrent une petite carte où toute cette surface est dessinée comme moraine. M. LUGEON pensait que les petits bassins fermés étaient dus à des dissolutions des calcaires sous-jacents. De plus ces deux auteurs décrivaient en détail des

anciennes gorges taillées par le Rhône à travers les collines. Nous n'avons rien à ajouter à cette excellente description.

On s'étonne cependant de ne point trouver de matériel morainique rhodanien sur la surface de ces collines. Une fouille profonde localement de 5 m. ouverte dans la propriété de « La Pelouse » ne montrait que ce matériel de Flysch, disposé en vrac, mais jamais de roche en place. Au-dessus des carrières de « Sous Vent », à l'extrémité Nord de la colline, la roche en place arrive à l'affleurement, montrant, dans une petite exploitation, de magnifiques surfaces polies et striées par le passage du glacier. Au front de l'exploitation, la coupe est la suivante : de bas en haut (fig. 4) :

1. Calcaires massifs de l'Urgonien à surface polie ;
2. Moraine rhodanienne, légèrement remaniée ; stratification mal dessinée, lentilles de sable, galets assez polis (voir courbe de la figure 2) ; épaisseur variable, en moyenne de 1 m. ;
3. Zone de quelques centimètres, blanche, friable et riche en carbonates ;
4. Sol montrant du matériel morainique rhodanien très fortement altéré dans une matrice décalcifiée ; épaisseur assez constante de 0,30 m. ;
5. Moraine locale à éléments de Flysch ; épaisseur très variable ;
6. Lentille de loess gris jaunâtre ; 0 à 0,30 m. ;
7. Matériel morainique local rapporté par la culture, 0 à 0,50 m. ;
8. Terre végétale, 0,20 m.

Cette coupe confirme donc tout à fait les vues de M. LUGEON et E. GAGNEBIN : toute la surface de ces collines est en moraine. Reste à expliquer la topographie de cette région. Avant d'avoir pris connaissance de la coupe décrite ci-dessus, nous pensions à un éboulement descendu des pentes de Javerne sur le glacier du Rhône en fusion. Cette topographie nous rappelait celle de Finges (M. BURRI 1955). Mais la masse est arrivée sur un sol bien évolué. Il est probable que nous n'ayons pas affaire ici à un véritable éboulement, ni à une véritable moraine : la topographie de ces collines n'est ni celle d'un éboulement, ni celle des restes d'un appareil glaciaire. Je crois qu'il faudrait invoquer l'éboulement d'une masse de glace et de rochers. Les paquets de glace morte, en fondant, déterminent les dépressions fermées souvent occupées par les petits marécages que l'on observe actuellement. La masse de l'éboulement s'est étendue jusque un peu au Nord des collines elles-mêmes.

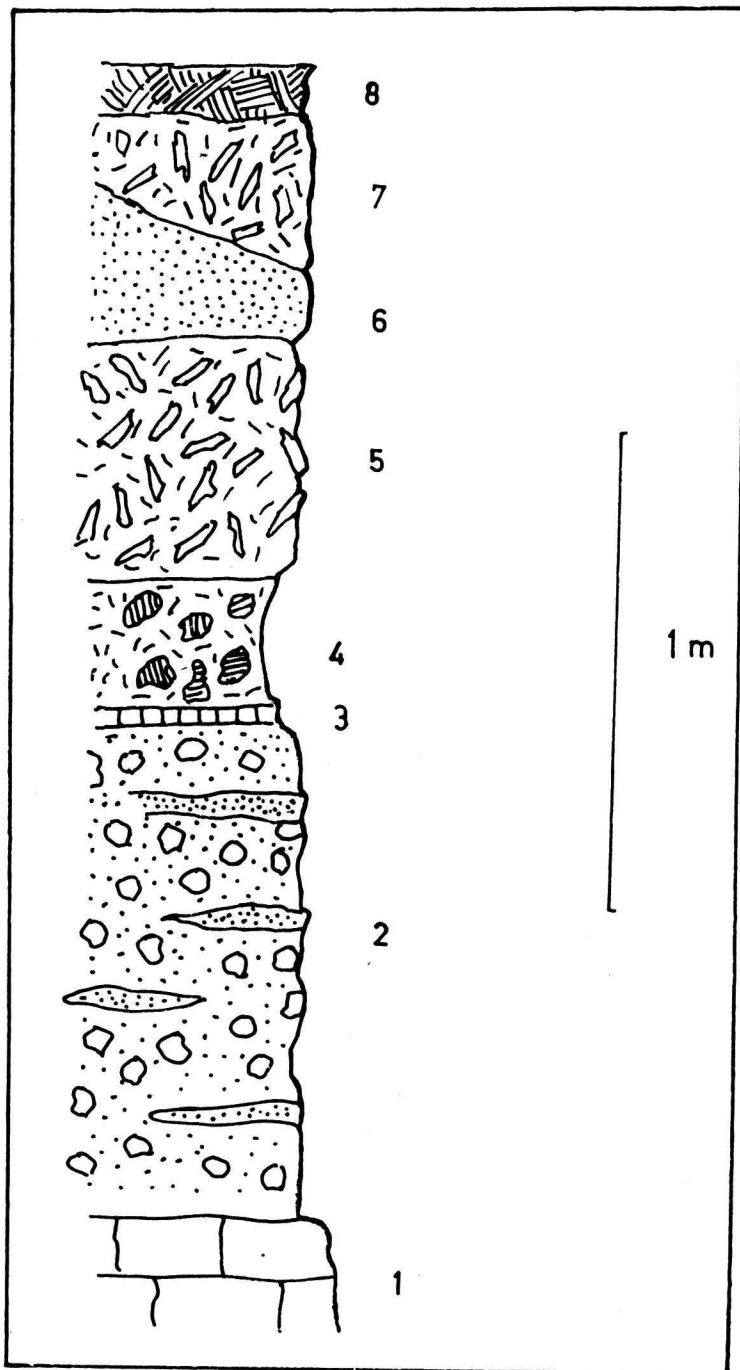


Fig. 4. - Stratigraphie des moraines des collines de Chiètres.

Mais bien avant d'atteindre l'Avançon la moraine du glacier du Rhône arrive à l'affleurement. La masse éboulée est cependant imposante.

Nous n'avons évidemment pas de preuves de l'âge de ces formations. A titre d'hypothèse de travail, nous considérons que le sol s'est formé pendant l'interstade de Alleröd et que l'éboulement-moraine s'est déposé lors de la récurrence suivante. La formation de loess qui surmonte cette masse localement doit dater de la même période. Ce loess est stérile ce qui indique des conditions climatiques rigoureuses.

VALLEES LATERALES

Nous ne voulons pas entrer dans une description détaillée des moraines locales des vallées latérales. Toutes sont portées sur la carte générale (fig. 5). La situation et l'extension de ces moraines ont été reprises de diverses cartes géologiques: Monthey (H. BADOUX 1960), St-Maurice (E. GAGNEBIN 1934), Tours d'Aï (A. JEANNET 1911), Diablerets (M. LUGEON 1940), Saxon-Morcles (M. LUGEON 1937).

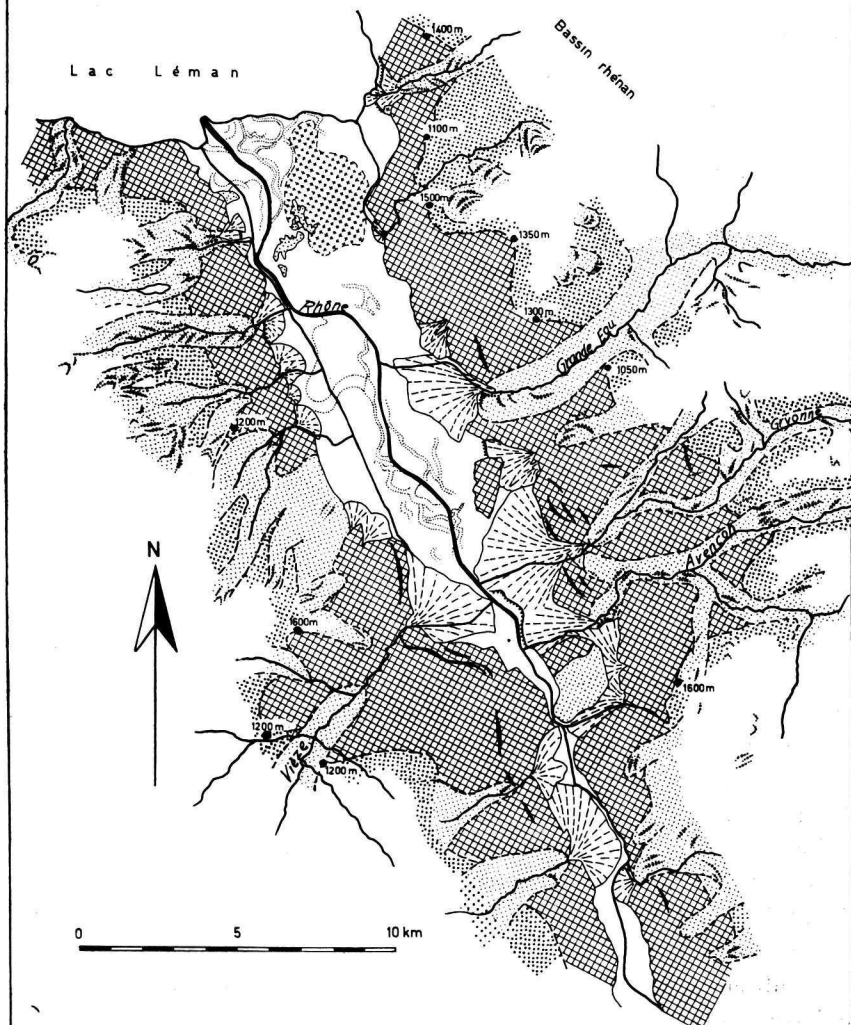
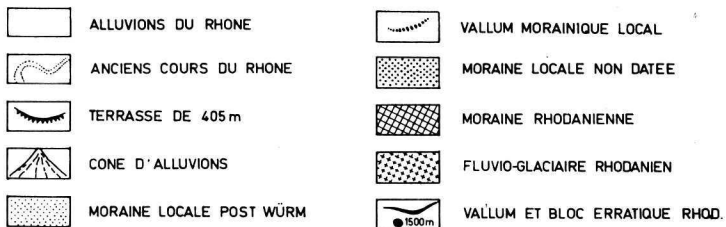
Quelques remarques s'imposent au sujet de ces moraines. Il semble d'abord que les glaciers de la rive gauche soient plus développés que ceux de la rive droite. Ceci peut provenir de deux causes: d'abord l'exposition du versant gauche plus favorable à un enneigement permanent, ensuite la pente moyenne du versant gauche bien plus forte que celle du versant droit.

On est frappé de constater que l'immense vallée de la Vièze ne contienne qu'un glacier restreint atteignant à peine le village de Troistorrent. Les travaux de E. GAGNEBIN (1934) et de J. SCHODER et CH. DUCLOZ (1955) sont en accord à ce sujet: dans la région de Monthey, aucune moraine locale ne repose sur la moraine rhodanienne.

Dans la vallée de l'Avançon, J. H. GABUS signale des dépôts de lacs de barrage assez développés. Il est difficile de savoir si le lac était dû au glacier du Rhône ou si la vallée de l'Avançon d'Anzeinde fut bouchée par le glacier issu du Vallon de Nant. Les moraines stratifiées qui se déposent alors sont recouvertes de moraines locales de type banal.

Dans presque toutes les vallées latérales, les auteurs ont dessiné de nombreux arcs morainiques soulignant probablement des stades de stationnement du glacier. Pour le moment, nous ignorons tout de la signification de ces stades. Les essais de synchronismes tentés par certains auteurs autrichiens (H. HEUBERGER 1954, E. LICHTENBERGER 1956) nous paraissent assez peu satisfaisants, du moins en ce qui concerne nos régions.

QUATERNAIRE DE LA VALLEE DU RHONE DE ST. MAURICE AU LEMAN



ESSAI DE PALEO GEOGRAPHIE

Au moyen de ces données, nous pouvons essayer de reconstituer le film des événements géologiques de ces derniers milliers d'années.

1) *Anciennes glaciations*

La vallée du Rhône ne nous apprend pratiquement rien sur les plus anciennes glaciations. On a essayé à plusieurs reprises d'interpréter les replats des versants, ou banquettes glaciaires, pour savoir combien de vallées glaciaires sont emboîtées les unes dans les autres (F. MACHATSCHEK et W. STAUB 1931, E. GAGNEBIN 1937, etc.) Cependant une étude détaillée des banquettes de la vallée de Bagnes (A. STEINER 1931) a montré que leur interprétation était, sinon impossible, du moins extrêmement aléatoire. La prudence qui est de mode actuellement dans ces questions nous incite à ne tirer aucune conclusion des faits observables dans la vallée du Rhône.

2) *Dernière glaciation rhodanienne (Würm)*

Il est difficile de déterminer l'altitude à laquelle le glacier du Rhône s'est élevé. Il venait mêler ses glaces à celles de glaciers latéraux. Nous ne connaissons que l'altitude de blocs erratiques rhodaniens abandonnés sur les versants. Ces blocs ont-ils été abandonnés lors de la dernière glaciation ? C'est ce que nous ignorons. La chose est cependant probable, les blocs erratiques plus anciens ayant sans doute été enlevés par l'érosion des temps interglaciaires ou remaniés par les glaciers latéraux.

L'altitude et la position de ces blocs témoins ont été portées sur la carte (fig. 5). Le glacier atteindrait ainsi 1600 m. dans la région de St-Maurice. La pente de sa surface devait être extrêmement faible : on retrouve des blocs à la même altitude plus en aval, au-dessus de Troistorrents. Des études menées en Chablais, dans la vallée d'Abondance, nous ont démontré que le glacier du Rhône avait franchi le col du Pas de Morgins. Les blocs que l'on trouve plus en aval sont à une altitude moindre, mais ceci est dû au remaniement postérieur. Il y a cependant encore des blocs à 1500 m. au-dessus de Corbeyrier, et à 1400 m. au-dessus de Villeneuve.

La fusion du glacier rhodanien est soulignée par de nombreux stades de retrait. Ils ont été décrits très en détail dans la région de Genève (A. JAYET 1946) et dans la région lémanique (E. GAGNEBIN 1937). Il semble qu'un stade se dessine bien dans la vallée du Rhône : ce sont les nombreuses moraines latérales sises sur Bex, à quelque cent mètres au-dessus de la vallée, la crête entre Aigle et Yverne pour la rive droite,

et les magnifiques cordons moraniques qui s'étendent presque sans interruption de Vérossaz à Monthey et Collombey, sur la rive gauche. C'est là que se trouvent les immenses blocs erratiques de granit du Mont-Blanc, dont certains sont maintenant protégés. (fig. 6). Toutes ces moraines sont connues depuis fort longtemps, puisque VENETZ (1861) les avait décrites. Comme VENETZ, nous pensons que l'arc frontal se reliant à ces moraines latérales correspond à certaines collines de la région de Chessel-Noville, mais nous n'en connaissons que les sédiments fluvioglaciaires.

3) *L'interstade de Alleröd*

Pendant l'interstade de Alleröd, le Léman atteint la cote 405 m.. Le lac s'étend alors jusque dans la région de St-Maurice. Dans ce lac aux eaux profondes il y a un haut fond dans la région de Noville, et quelques îles. Il est probable que dans la région amont, la sédimentation y est grossière, mais pour le reste, c'est une sédimentation limoneuse qui domine. Nous n'en connaissons que les sédiments de Port Valais, déposés



Fig. 6. - La pierre des Marmettes, près de Monthey: 1824 m³.

sur un haut fond mais qui ne montrent pas un faciès côtier. Ce lac est habité, mais sa faune est pauvre.

Sur les versants de la vallée et sur les îles, un sol est en formation. Nous connaissons celui de Chiètres mais des fouilles n'ont rien révélé à St-Triphon où les recherches archéologiques ont été actives ces dernières années (BOCKSBERGER, communication orale). Grâce à des travaux paléobotaniques exécutés dans les régions voisines du Chablais (J. BECKER 1952) il est possible de se faire une idée de la végétation qui peuplait notre région à cette époque. Les forêts se développent en deux stades : c'est d'abord le Bouleau qui est dominant, puis le Pin devient le constituant le plus important. Cet auteur signale également quelques grains de pollen de Chêne, de Coudrier et d'Aulne. La température était loin d'être ce qu'elle est actuellement.

4) La récurrence *post wurmienne*

Pendant cette récurrence, seuls les glaciers locaux marquent une avancée. Le glacier du Rhône avait totalement disparu et il semble qu'il soit resté en amont pendant cette récurrence : il n'atteint même pas la région de Fiesch (B. SWIDERSKI 1919).

Les glaciers latéraux ont-ils atteint la vallée du Rhône ? C'est probable, surtout sur le versant valaisan où l'on trouve de la moraine locale jusqu'au niveau des alluvions, par exemple sous Dréveneuse. Seuls les glaciers qui arrivent sur un haut fond, comme le glacier de la Dérochiaz sur le fluvioglaciaire, ont laissé des moraines encore visibles. Les autres glaciers devaient arriver dans un lac aux eaux profondes et leurs dépôts morainiques allaient se sédimenter en profondeur. Ils sont actuellement noyés sous les alluvions.

La forêt montre un recul très net mais elle ne semble pas disparaître totalement des régions basses. Cependant les analyses polliniques montrent que les Graminées prennent une très grande importance. La forêt semble plus clairsemée.

C'est peut-être aussi pendant cette période que se dépose du loess. Les vents du type föehn (M. BOUET 1961) qui existent encore de nos jours ont pu continuer à accumuler du loess pendant les temps holocènes. Cependant, lors de cette récurrence, la faible densité de végétation favorisait l'arrachage des grains de sables. Le loess des collines de Chiètres, stérile, pourrait dater de cette période. Les travaux de l'auto-route juste en aval de St-Maurice, ont mis à jour de puissantes assises de loess qui ont livré :

Helix pommatia (LIN.)

Cepaea nemoralis (LIN.)

en assez grande abondance. A l'époque où le Rhône n'était pas endigué, les plaines alluviales devaient favoriser l'accumulation de loess. Il n'est que de se promener un jour de fœhn dans la région de Finges pour s'en convaincre.

Lors du retrait des glaciers de cette récurrence, le Léman maintient son niveau de 405 m. Les premiers cônes d'alluvions se bâtissent. Ces cônes sont actuellement abandonnés et suspendus : cônes des Evouettes, de Vouvry, de la Tinnière, de la Gryonne, de l'Avançon et d'Ollon. Tous se terminent par une brusque rupture de pente à 405 m.

5) *L'Holocène*

La fin de la récurrence marque, par définition, la fin de la première subdivision des temps quaternaire, le Pleistocène. Nous entrons dans l'Holocène et la parole est surtout aux paléobotanistes et aux archéologues. Cependant l'histoire géologique de notre région n'est pas entièrement terminée. La plaine alluviale du Rhône doit encore se constituer.

Les renseignements que nous avons sur sa constitution sont minces. D'une part L. HORWITZ (1911) a montré que l'emboîtement des cônes d'alluvion de cette partie de la vallée s'expliquait bien en fonction de l'abaissement progressif du niveau du lac : terrasses de 30, 10 et 3 m. Nous ne reviendrons pas sur son analyse.

Le lac qui existait entre Chessel et St-Maurice a du se combler lentement au cours des temps holocènes. E. GAGNEBIN (1938) signale un forage exécuté à Monthey qui montra l'existence de sédiments lacustres jusqu'à l'altitude de 382 m., surmontés d'alluvions rhodaniennes. Ils datent donc de la terrasse de 10 m. A. BERSIER (communication orale) a eu connaissance d'un autre forage dans la même région, qui était resté dans les sédiments lacustres sur plus de 50 m. Il est donc probable que le remplissage de la vallée est presque entièrement d'origine lacustre et que les alluvions rhodaniennes ne forment qu'une couche relativement mince.

On retrouve des sédiments identiques dans la plaine juste en amont de Villeneuve. Les forages exécutés pour la future autoroute sont restés dans des argiles lacustres jusqu'à plus de 20 m. A. BONNARD (1914) pense que l'alluvionnement de cette région, du moins dans sa partie superficielle, est extrêmement récent. En aval de Port-Valais, il y a de bonnes raisons de croire que le comblement date de la période historique.

La plupart des anciens cours révélés par les photos aériennes sont également récents. Ils figurent sur des cartes du 18^e siècle. Il faut espérer que les travaux futurs apporteront des renseignements sur la constitution de cette plaine alluviale.

OUVRAGES CITES

- AMPFERER, O. (1936) : Über das Quartär innerhalb der Alpen. *Verhandl. III Intern. Quariär-Konf. Wien. Bd. 1.*
- BECKER, J. (1952) : Etude palynologique des tourbes flandriennes des Alpes françaises. *Mém. Serv. Carte géol. Alsace - Lorraine. No 11.*
- BERSIER, A. (1953) : Les collines de Noville-Chessel, crêtes de poussée glaciaire. *Bull. Soc. vaud. Sc. Nat. Vol. 65, No 285.*
- BONNARD, A. (1914) : Note sur la formation des alluvions de la plaine du Rhône entre Villeneuve et Rennaz. *Bull. Soc. vaud. Sc. Nat. Vol. 40, No 183.*
- BOUET, M. (1961) : Le vent en Valais. *Mém. Soc. vaud. Sc. Nat. No 79, vol. 12, fasc. 7.*
- BURRI, M. (1955) : La géologie du Quaternaire aux environs de Sierre. *Bull. Soc. vaud. Sc. Nat. Vol. 66, No 289.*
- DE CHARPENTIER, J. (1841) : Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du Bassin du Rhône. *Lausanne.*
- FAVRE, J. (1927) : Les Mollusques post-glaciaires et actuels du bassin de Genève. *Mém. Soc. Phys. & Hist. Nat. Genève. Vol. 40, fasc. 3.*
- (1935) : Histoire malacologique du Lac de Genève. *Mém. Soc. Phys. & Hist. Nat. Genève. Vol. 41, fasc. 3.*
- GABUS, J. H. (1958) : L'Ultraschellvétique entre Derborence et Bex. *Mat. carte géol. suisse. Nouv. série, livr. 106.*
- GAGNEBIN, E. (1937) : Les invasions glaciaires dans le bassin du Léman. *Bull. Soc. vaud. Sc. Nat. Vol. 59, No 243.*
- (1938) : Les collines de Noville-Chessel, près de Villeneuve, sur la plaine vaudoise du Rhône. *Bull. Lab. géol. minér. & géophys. Univ. Lausanne. No 60.*
- HEUBERGER, H. (1954) : Gletschervorstöße zwischen Daun und Fernau Stadium in den Nördlichen Stubai Alpen (Tyrol). *Ztschr. f. Gletscherk. & Glacialg. Vol. 3, No 1.*
- HORWITZ, L. (1911) : Contribution à l'étude des cônes de déjections de la vallée du Rhône. *Bull. Soc. vaud. Sc. Nat. Vol. 47.*
- JAYET, A. (1946) : Les stades de retrait würmiens aux environs de Genève. *Eclog. Geol. Helv. Vol. 39, No 2.*
- (1953) : Age et origine de la terrasse de 30 mètres à Gland (Vaud). *Archives Sciences Genève. Vol. 6, fasc. 4.*
- (1957) : Sur l'origine du caractère arrondi des galets glaciaires et fluvioglaciaires. *Eclog. Geol. Helv. Vol. 50, No 2.*
- IEANNET, A. (1916) : Une date de chronologie quaternaire : la station préhistorique du Scex, près de Villeneuve. *Naturforsch. Gesellsch. Zurich. Jahrg. 61.*
- (1918) : Monographie géologique des Tours d'Ai et des régions avoisinantes. II part. *Mat. carte géol. suisse. Nouv. série, livr. 34.*

- KINZL, H. (1929) : Beiträge zur Geschichte der Gletscherschwankungen in den Ostalpen. *Ztschr. f. Gletscherkunde* XVII.
- KLEBESBERG, R. (1927) : Beiträge zur Geologie der Südtiroler Dolomiten. *Zeitschr. deutschen geol. Gesellsch. Stuttgart*. Vol. 79.
- LICHTENBERGER, E. (1956) : Stadiale Gletscherstände in den Schadminger Tauern (Steiermark). *Ztsch. f. Gletscherk. & Glacialg.* Vol. 3, No 2.
- LUGEON, M. et GAGNEBIN, E. (1937) : La géologie des collines de Chiètres. *Bull. Lab. géol. minéral. et géophys. Univ. Lausanne* No 57.
- MADSEN, V., NORDMANN, V., etc. (1928) : Aperçu de la Géologie du Danemark. *Dan. geol. Unders. V Raek.* No 4.
- MARIETAN, I. (1959) : La vie et l'œuvre de l'ingénieur Ignace Venetz. *Bull. Murithienne. Fasc. LXXVI.*
- MONTANDON, F. (1937) : Les monticules de Crêbelley. *Etude rhodan.* Lyon. Vol. 13, No 1.
- PAJEAS, E. (1938) : Notice explicative de la feuille Dardagny. *Notice carte géol. suisse au 1 : 25 000.*
- PENCK, A. et BRUCKNER, E. (1909) : Die Alpen im Eiszeitalter. *Leipzig.* 3 vol.
- PFENDER, J. (1913) : La Grande Eau. Essai d'application des méthodes glaciologiques à l'étude d'une vallée alpine de type schisto-gréseux. *Mém. diplôme études sup. Paris.* No 152.
- SCHARDT, H. (1908) : Taureunum (article) *Dictionnaire géogr. de la Suisse. Neuchâtel.* Tome 5.
- SCHOEDER, J. et DUCLOZ, CH. (1955) : Géologie de la Molasse du Val d'Iliez (Bas Valais). *Mat. carte géol. suisse. Nouv. série, livr.* 100.
- STAUB, R. (1938) : Zur Frage einer Schulssvereisung im Berninagebiet zwischen Bergell, Oberengadin und Puschlav. *Eclog. Geol. Helv.* Vol. 31, No 1.
- STAUB, W. et MACHATSCHEK, F. (1927) : Morphologische Untersuchungen in Wallis. *Eclog. Geol. Helv.* Vol. 20, No 1.
- STEINER, A. (1931) : Etude des banquettes glaciaires de la vallée de Bagnes (Valais). *Bull. Lab. géol. minéral. et géophys. Univ. Lausanne.* No 48.
- SWIDERSKI, B. (1919) : Les stades de retrait du glacier du Rhône et d'Aletsch. *Bull. Soc. vaud. Sc. Nat.* Vol. 52, No 196.
- VENETZ, I. (1843) : Glaciers du Jura. *Actes Soc. helv. Sc. Nat.* 28^e session, à Lausanne.
- (1861) : Mémoire sur l'extension des anciens glaciers, renfermant quelques explications sur leurs effets remarquables. *Nouv. Mém. Soc. helv. Sc. Nat. Zurich.* Band XVIII.
- VERNET, J. P. (1956) : La géologie des environs de Morges. *Eclog. Geol. Helv.* Vol. 49, No 1.

CARTES CONSULTÉES

- BADOUX, H. (1960) : Feuille Monthey. *Atlas géol. de la Suisse au 1 : 25 000.*
- GAGNEBIN, E. (1934) : Feuille St-Maurice. *Atlas géol. de la Suisse au 1 : 25 000.*
- JEANNET, A. (1911) : Carte géologique des Tours d'Aï. *Carte spéciale No 68, au 1 : 25 000.*
- LUGEON, M. (1937) : Feuille Saxon-Morcles. *Atlas géol. de la Suisse au 1 : 25 000.*
- (1940) : Feuille Diablerets. *Atlas géol. de la Suisse au 1 : 25 000.*